

# ВРЕМЕНА ОЖИДАНИЯ ВСКИПАНИЯ ПЕРЕГРЕТЫХ РАСТВОРОВ ЭТАН - ВОДОРОД

Акименко Е.Н.<sup>1\*</sup>, Панков А.С.<sup>2</sup>, Акашев А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики  
Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [akimenko.kate@gmail.com](mailto:akimenko.kate@gmail.com)

## WAITING TIMES BOILING OF SUPERHEATED SOLUTIONS ETHANE – HYDROGEN

Akimenko E.N.<sup>1</sup>, Pankov A.S.<sup>2</sup>, Akashev A.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>) The Institute of Thermophysics of the Ural Branch of the RAN, Yekaterinburg, Russia

Annotation. This thesis deals with the measurement of waiting times boiling up of superheated fluids ethane- hydrogen. We used the method of measurement of the lifetime. The data obtained can be used for optimization of the liquefied natural gas storage and transportation process.

Широкое и все возрастающее использование сжиженного природного газа (СПГ) в энергетике и других отраслях промышленности требует всестороннего изучения теплофизических процессов, происходящих с его участием. СПГ представляет собой многокомпонентный раствор, который при хранении, транспортировке, использовании часто оказывается в метастабильном (перегретом за линию насыщения) состоянии. Снятие перегрева может происходить за счет спонтанного вскипания. В представленной работе изучается вскипание раствора компонентов сжиженного природного газа – этана и водорода.

Для исследования кинетики вскипания раствора использовался метод измерения времени жизни. Жидкость перегревалась в стеклянной ячейке объемом  $V \approx 88 \text{ мм}^3$ . Заход в метастабильную область осуществлялся снижением давления на термостатируемую жидкость ниже давления фазового равновесия. Измерялось время ожидания вскипания жидкости после резкого сброса давления до заданного значения  $p$ . Вскипание отождествлялось с появлением в жидкости первого жизнеспособного зародыша.

Исследуемый раствор готовился непосредственно в измерительной ячейке. Содержание водорода  $x$  в растворе определялось по давлению насыщенных паров до начала эксперимента и контролировалась в процессе измерений. Экспериментальная установка и методика проведения опытов подробно описаны в [1].

Паспортная чистота используемых для приготовления раствора этана составляла 99.80 об. %, водорода – 99.999 об. %. Температура измерялась платиновым термометром сопротивления с погрешностью  $\pm 0.02 \text{ К}$ , давление – пры-

жинными манометрами и цифровым комплексом ИПДЦ с погрешностью  $\pm 0.005$  МПа. Погрешность определения времени ожидания вскипания не превышала 0.01 сек. Времена жизни измерены при давлениях  $p = 1.6, 2.0$  МПа и концентрациях водорода в растворе  $x = 0.4$  моль % и 0.9 моль %.

Растворение водорода в этане приводит к уменьшению времени ожидания вскипания  $\tau$  и снижению температуры достижимого перегрева  $T_n$ . Так, температура достижимого перегрева раствора при частоте зародышеобразования  $J = 10^7 \text{ м}^{-3} \text{ с}^{-1}$  для концентрации  $x = 0.9$  моль % и давлении 1.6 МПа составила 275.9 К, что на 2.3 К ниже значения  $T_n$  чистого этана. Для данного раствора при  $p = 2.0$  МПа получено  $T_n = 279.1$  К. Это значение ниже  $T_n$  чистого этана на 2.1 К. Для раствора с концентрацией  $x = 0.4$  моль % при давлении 1.6 МПа  $T_n = 277.3$  К, при  $p = 2.0$  МПа получено  $T_n = 280.4$  К.

*Работа выполнена под руководством д.ф.-м.н. Байдакова В.Г. при финансовой поддержке РФФИ (проект 15-08-03399-а) и комплексной программы фундаментальных исследований Уральского отделения Российской академии наук (проект №15-1-2-6).*

1. Байдаков В.Г. Перегрев криогенных жидкостей, Екатеринбург: УрО РАН (1995).

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ $^2\text{H}$ И $^{17}\text{O}$ В ЖИДКИХ СРЕДАХ

Шашков Д.И.<sup>1\*</sup>, Арцыбашева О.М.<sup>1</sup>, Моисеев А.В.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

<sup>2)</sup> Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, Россия

\*E-mail: [shinix88@mail.ru](mailto:shinix88@mail.ru)

## METHOD FOR DETERMINATION OF LOW $^2\text{H}$ AND $^{17}\text{O}$ CONCENTRATIONS IN LIQUID MEDIA

Shashkov D.I.<sup>1\*</sup>, Arcybasheva O.M.<sup>1</sup>, Moiseev A.V.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Kuban State University, Krasnodar, Russia

<sup>2)</sup> Kuban State Agricultural University, Krasnodar, Russia

On the basis of nuclear magnetic resonance spectroscopy developed a method for studying the concentration for isotopes of hydrogen ( $^2\text{H}$ ) and oxygen ( $^{17}\text{O}$ ) in liquid media. It is shown that the most suitable chemical compound to create a reference sample, relative to which the measurement was done is trifluoromethanesulfonate europium (III) shift reagent.

Известно, что количественная ЯМР спектроскопия является одним из основным прецизионных методов анализа концентрации дейтерия в биологических жидкостях [1], которая благодаря простоте процедур пробоподготовки и аналитического процесса может быть использована в качестве экспресс-метода